

D3

D3



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation 6:<br><b>H01L</b>  |  | A2   | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 97/23897</b>         |
|   |  |  | (43) Internationales<br>Veröffentlichungsdatum: 3. Juli 1997 (03.07.97) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/02478   |  | (81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent<br>(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,<br>MC, NL, PT, SE). |   |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 20. December 1996<br>(20.12.96)  |  |  |   |
| (30) Prioritätsdaten:<br>195 49 228,5 21. December 1995 (21.12.95) DE   |  | Veröffentlicht<br>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu<br>veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.                      |   |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DR.<br>JOHANNES HEIDENHAIN GMBH [DE/DE]; Dr.-<br>Johannes-Heidenhain-Strasse 5, D-83301 Traunreut (DE).<br>SILICON SENSOR GMBH [DE/DE]; Ostendstrasse 1,<br>D-12459 Berlin (DE).   |  |  |   |
| (72) Erfinder; und<br>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOFBAUER, Hermann<br>[DE/DE]; Johann-Namberger-Strasse 46, D-83308 Trostberg<br>(DE). KRIEGER, Bernd [DE/DE]; Ostendstrasse 1, D-12459<br>Berlin (DE). SPECKBACHER, Peter [DE/DE]; Wiesen-<br>strasse 13, D-84558 Kirchweidach (DE). ULLRICH, Martin<br>[DE/DE]; Haßberg 6, D-83324 Ruhpolding (DE). DIETL,<br>Rupert [DE/DE]; Ludwig-Thoma-Strasse 48, D-84549 En-<br>gelsberg (DE).  |  |  |   |
| (74) Anwalt: MAIKOWSKI & NINNEMANN; Xantener Strasse<br>10, D-10707 Berlin (DE).  |  |  |   |
| (54) Title: OPTO-ELECTRONIC SENSOR COMPONENT  |  |  |   |
| (54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHES SENSOR-BAUELEMENT  |  |  |   |
| (57) Abstract   |  |  |   |
| <p>The invention relates to an opto-electronic sensor component comprising the following: a first semiconducting layer of predetermined conductivity type and a second layer of different semiconductor or metal conductivity type; a transition region between the two layers; at least one surface region through which the electromagnetic radiation to be detected can pass into the transition region (radiation-side surface region); and an electrode for each layer to connect both layers to an electrical circuit. The electrodes (10, 11) of the two layers (2, 3) are mounted on a surface (7) of the component (1) opposite a radiation-side surface region (6). This simplifies connection of the sensor component to an electrical circuit mounted on a circuit board or the like.</p> |  |  |   |

**(57) Zusammenfassung**

Die Erfindung bezieht sich auf ein optoelektronisches Sensor-Bauelement mit einer ersten halbleitenden Schicht mit vorgegebenem Leitungstyp und einer zweiten Schicht vom anderen halbleitenden oder metallischen Leitungstyp, einem Übergangsbereich zwischen den beiden Schichten, mindestens einem Oberflächenbereich, durch den die zu detektierende elektromagnetische Strahlung in den Übergangsbereich eindringen kann (strahlungsscitiger Oberflächenbereich), und je einer Elektrode zum Anschluß der beiden Schichten an eine elektrische Schaltung. Die Elektroden (10, 11) beider Schichten (2, 3) werden an einer Oberfläche (7) des Bauelements (1) angeordnet, die gegenüber einem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6) liegt. Dies erleichtert den Anschluß des Sensor-Bauelements an eine auf einer Leiterplatte oder dergl. angeordnete elektrische Schaltung.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

|    |                                |    |                                   |    |                                |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AM | Armenien                       | GB | Vereinigtes Königreich            | MX | Mexiko                         |
| AT | Österreich                     | GE | Georgien                          | NE | Niger                          |
| AU | Australien                     | GN | Guinea                            | NL | Niederlande                    |
| BB | Barbados                       | GR | Griechenland                      | NO | Norwegen                       |
| BE | Belgien                        | HU | Ungarn                            | NZ | Neuseeland                     |
| BF | Burkina Faso                   | IE | Irland                            | PL | Polen                          |
| BG | Bulgarien                      | IT | Italien                           | PT | Portugal                       |
| BJ | Benin                          | JP | Japan                             | RO | Rumänien                       |
| BR | Brasilien                      | KE | Kenya                             | RU | Russische Föderation           |
| BY | Belarus                        | KG | Kirgisistan                       | SD | Sudan                          |
| CA | Kanada                         | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden                       |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KR | Republik Korea                    | SG | Singapur                       |
| CG | Kongo                          | KZ | Kasachstan                        | SI | Slowenien                      |
| CH | Schweiz                        | LJ | Liechtenstein                     | SK | Slowakei                       |
| CI | Côte d'Ivoire                  | LK | Sri Lanka                         | SN | Senegal                        |
| CM | Kamerun                        | LR | Liberia                           | SZ | Swasiland                      |
| CN | China                          | LK | Litauen                           | TD | Tschad                         |
| CS | Tschechoslowakei               | LU | Luxemburg                         | TG | Togo                           |
| CZ | Tschechische Republik          | LV | Lettland                          | TJ | Tadschikistan                  |
| DE | Deutschland                    | MC | Monaco                            | TT | Trinidad und Tobago            |
| DK | Dänemark                       | MD | Republik Moldau                   | UA | Ukraine                        |
| EE | Estland                        | MG | Madagaskar                        | UG | Uganda                         |
| ES | Spanien                        | ML | Mali                              | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland                       | MN | Mongolei                          | UZ | Usbekistan                     |
| FR | Frankreich                     | MR | Mauritien                         | VN | Vietnam                        |
| GA | Gabon                          | MW | Malawi                            |    |                                |

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

---

## Optoelektronisches Sensor-Bauelement

---

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine optoelektronisches Sensor-Bauelement nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Optoelektronische Sensor-Bauelemente sind Strahlungsempfänger, die elektromagnetische Strahlungsenergie (Photonen) in elektrische Signale umwandeln und in der Messtechnik von großer Bedeutung sind. Beispielsweise werden in Positionsmesssystemen, wie Längen- und Winkelmeßsystemen (inkrementaler oder absoluter Art) hinter einer Gitterstruktur mehrere Strahlungsempfänger (insbesondere Fotoelemente) angeordnet.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 2 -

Derartige Strahlungsempfänger sind in der Regel als Sperrschicht-Fotodetektoren ausgebildet. Sie enthalten einen PN-, PIN-, MS- oder MOS-Übergang, in dem die Umwandlung elektromagnetischer Strahlungsenergie in ein elektrisches Signal mittels des Fotosperrschichteffektes erfolgt. Um das elektrische Signal messen und auswerten zu können, muß der Strahlungsempfänger mit elektrischen Kontakten versehen sein und an eine geeignete elektrische Schaltung angeschlossen werden. Diese Integration in eine elektrische Schaltung erfolgt häufig auf einer Leiterplatte. Die Strahlungsempfänger werden dementsprechend vorzugsweise als SMD-Bauelemente (Surface Mounted Devices) ausgebildet.

Aus der EP 0 464 232 B1 ist ein Lötverbinder für elektronische Bauelemente bekannt. Dieser kann zur Integration mehrerer Fotoelemente in eine elektrische Schaltung verwendet werden. Die Fotoelemente sind beispielsweise mit ihren als Kontaktflächen ausgebildeten metallisierten Rückseiten auf einer Leiterplatte befestigt. Der Lötverbinder weist mehrere Lötbrücken auf und dient zum Anschluß der auf der Vorderseite der Fotoelemente angeordneten zweiten Kontakte an entsprechende Leiterbahnen der Leiterplatte. Die Lötbrücken sind derartig mit Sollbruchstellen und Biegekanten versehen, daß die Herstellung der gewünschten elektrischen Schaltung erleichtert wird. Wegen der beengten Platzverhältnisse auf einer Leiterplatte erweist sich jedoch trotz dieser Maßnahmen das Herstellen von Lötverbindungen häufig als schwierig.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 3 -

Ein Verfahren zur Kontaktierung von auf einem Träger befindlichen optoelektronischen Bauelementen ist auch aus der DE 42 28 274 A1 bekannt. Dabei werden die Kontakte des optoelektronischen Bauelementes, die auf der dem Träger abgewandten Seite des Bauelementes angeordnet sind, mittels auf einer Kunststoffschicht angeordneter Leiterbahnen mit neben dem Bauelement befindlichen Anschlußflächen des Trägers verbunden. Bei Anwendung dieses Verfahrens wird der Platzbedarf eines Bauelements auf einer Leiterplatte durch den zusätzlichen Platzbedarf der Leiterbahnen einschließlich des Kunststoffträgers vergrößert.

Aus der EP 0 452 588 A1 sind eine Solarzelle sowie ein Verfahren zu deren Herstellung bekannt. Diese Solarzelle weist eine p-leitende und eine n-leitende Schicht auf, die auf einem halbleitenden Substrat angeordnet sind und einen PN-Übergang bilden. Dabei sind die Elektroden der p-leitenden und der n-leitenden Schicht derart auf einer Seite des Substrates angeordnet, daß die leitende Verbindung nebeneinander angeordneter Solarzellen erleichtert wird.

Aus der US-A 4,897,123 sind ebenfalls eine Solarzelle und ein Verfahren zu deren Herstellung bekannt, wobei eine p-leitende und eine n-leitende Schicht auf einem Substrat angeordnet werden und einen PN-Übergang bilden. Auch bei dieser Solarzelle sind die Elektroden der p-leitenden und der n-leitenden Schicht auf einer Seite des Substrates vorgesehen.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 4 -

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optoelektronisches Sensor-Bauelement der eingangs genannten Art so zu gestalten, daß ein möglichst einfacher und platzsparender Anschluß des Bauelements an eine elektrische Schaltung auf einer Leiterplatte oder dergl. möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß der Anschluß eines optoelektronischen Sensor-Bauelements an eine Schaltung auf einer Leiterplatte wesentlich vereinfacht wird, wenn das Bauelement und dessen Elektroden so ausgebildet sind, daß die Kontaktstellen beider Elektroden auf einer Oberfläche (der Rückseite) des Bauelements angeordnet werden können. Ein derartiges Bauelement kann mit seiner Rückseite an eine mit geeigneten Kontaktflächen versehene Leiterplatte angeschlossen werden, ohne daß zusätzliche Drähte oder andere Verbindungselemente benötigt werden.

Das optoelektronische Bauelement kann beispielsweise aus einer ersten halbleitenden Schicht vom n-Typ bestehen, auf der eine zweite halbleitende Schicht vom p-Typ angeordnet ist. Zwischen den beiden Schichten bildet sich eine Raumladungszone als Übergangsbereich (Sperrschicht) aus, in der die einfallende Strahlung unter Erzeugung eines Fotostroms absorbiert wird. Möglich ist aber auch ein PIN-Übergang, bei dem zwischen den beiden halbleitenden Schichten vom ersten und zweiten Leitungstyp eine eigenleitende Mittelschicht als Sperrschicht angeordnet ist.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 5 -

Ebenso ist es möglich, auf einer ersten halbleitenden Schicht eine dünne Metallschicht anzuordnen, so daß ein Schottky-Übergang entsteht. Wird zwischen der ersten halbleitenden Schicht und der zweiten metallischen Schicht zusätzlich eine Oxid-Schicht angeordnet, so erhält man einen MOS-Übergang. Auch diese Bauelemente eignen sich zum Detektieren elektromagnetischer Strahlung und zur Verwirklichung der erfindungsgemäßen Lösung.

Es sei darauf hingewiesen, daß hier unter dem Begriff Übergang bzw. Übergangsbereich jeweils der Bereich eines optoelektronischen Bauelements verstanden wird, in dem mittels des Photoeffektes eine Umwandlung optischer Energie in ein elektrisches Signal erfolgen kann. Der Begriff wird als Oberbegriff zu den Begriffen Sperrschicht, Raumladungszone, p-n-Übergang etc. gebraucht und bezeichnet stets den gesamten Bereich des Halbleiterbauelementes, in dem absorbierte Strahlung in elektrische Signale umgewandelt wird. Dadurch werden z.B. die an die Sperrschicht angrenzenden Bereiche miterfaßt, aus denen die erzeugten Ladungsträger während ihrer Lebensdauer in die elektrische Feldzone diffundieren können, wo die Elektronen von den Löchern getrennt werden.

Unter einem strahlungsseitigen Oberflächenbereich wird eine Oberfläche des aus der ersten und zweiten Schicht sowie dem Übergangsbereich bestehenden Kerns des Bauelements verstanden, durch die die zu detektierende Strahlung in den Übergangsbereich eindringen kann und die bei Anwendung des Bauelements als Sensor zu der zu detektierenden Strahlung hin ausgerichtet wird. Es muß sich also nicht zwingend um eine Oberfläche des Bauelements im weiteren Sinne (zu

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 6 -

dem auch Antireflexionsschichten, strukturierende Isolierschichten und dergl. zählen) handeln; z.B. kann auf dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich noch eine Antireflexionsschicht angeordnet sein.

Damit die einfallende Strahlung zu einem möglichst großen Teil in den Übergangsbereich gelangt, ist zumindest eine der beiden Schichten (z. B. die zweite Schicht, welche entweder halbleitend oder metallisch ist) dünner als die Eindringtiefe der zu detektierenden Strahlung in dem entsprechenden Material. Die andere Schicht ist häufig dicker ausgebildet und gewährleistet die Stabilität des Bauelements. Das Bauelement wird dann im Betrieb so ausgerichtet, daß die dünnere, zweite Schicht der zu detektierenden Strahlung zugewandt ist. Es sind allerdings auch Ausführungsformen denkbar, bei denen die Strahlung durch die dickere erste Schicht in den Übergangsbereich gelangt.

Aufgrund der stabilisierenden, dickeren ersten Schicht bestehen die Sensor-Bauelemente regelmäßig im wesentlichen nur aus den beiden Schichten, zwischen denen sich der Übergangsbereich bildet; dazu kommen ggf. noch ein Antireflexionsschicht sowie dünne isolierende Schichten, die beispielsweise zur Strukturierung einer Oberfläche des Bauelements dienen. Auf ein Substrat als Träger der beiden aktiven, den Übergangsbereich bildenden Schichten kann jedoch verzichtet werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird der strahlungsseitige Oberflächenbereich des Bauelements zumindest teilweise durch die zweite Schicht gebildet, wobei sich mindestens ein leitendes Verbindungselement (dotierter



WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 7 -

Halbleiter oder Metall) von der zweiten Schicht zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich gegenüberliegenden Oberfläche des Bauelements erstreckt und dort über eine Elektrode mit der Kontaktstelle für die zweite Schicht in leitender Verbindung steht.

Dabei bedeutet das Merkmal, wonach der strahlungsseitige Oberflächenbereich zumindest teilweise durch die zweite Schicht gebildet wird, nicht zwingend, daß das Bauelement mit der zweiten Schicht abschließt; es handelt sich hierbei lediglich um eine Oberfläche des aus der ersten und zweiten Schicht sowie dem Übergangsbereich bestehenden Kerns des Bauelements. Hierauf können noch ergänzende Schichten, wie z.B. eine Antireflexionsschicht, angeordnet sein.

Dabei können die zweite Schicht und das Verbindungselement beide halbleitend ausgebildet sein; sie müssen dann den gleichen Leitungstyp aufweisen (beide p- oder n-dotiert).

Die vorgenannte Ausführungsform der Erfindung gestattet einen besonders einfachen Aufbau des Sensor-Bauelements, wenn das halbleitende Verbindungselement die einzige leitende Verbindung zwischen der zweiten Schicht und deren Elektrode bildet und dabei durch das Bauelement selbst hindurch verläuft. Es kann aber auch ein metallisches Verbindungselement zusätzlich zu dem halbleitenden Verbindungselement vorgesehen sein.

Da sich bei der Herstellung des halbleitenden Verbindungselements in der Nähe der mit den Elektroden versehenen (d.h. der zweiten Schicht gegenüberliegenden) Oberfläche des Bauelements häufig Störungen in der elektronischen

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 8 -

Struktur ausbilden, ist es vorteilhaft, das halbleitende Verbindungselement dort mit einem zusätzlichen halbleitenden Bereich desselben Leitungstyps zu umgeben. Ein solcher zusätzlicher halbleitender Bereich kann z.B. durch Ionenimplantation oder -diffusion geschaffen werden und ermöglicht eine einwandfreie Kontaktierung der zweiten halbleitenden Schicht mit ihrer auf der anderen Seite des Bauelements angeordneten Elektrode.

Der zusätzliche halbleitende Bereich weist vorzugsweise eine solche Größe auf, daß er den gesamten störanfälligen Randbereich des Verbindungselements in der Nähe der rückseitigen Oberfläche des Bauelements abdeckt. Seine Ausdehnung parallel zur Erstreckungsrichtung des Verbindungselements beträgt typischerweise ca.  $0.6 \mu\text{m}$ .

Um den Widerstand einer Anordnung zu minimieren, bei der die zweite Schicht über ein leitendes Verbindungselement mit einer Elektrode auf der anderen Seite des Bauelements verbunden ist, können in dem Bauelement mehrere (parallel verlaufende) Verbindungselemente vorgesehen sein.

Bei einer bevorzugten Variante der vorbeschriebenen Ausführungsform der Erfindung wird der strahlungsseitige Oberflächenbereich des Bauelements zumindest teilweise durch eine Oberfläche der zweiten Schicht gebildet, wobei sich mindestens ein Durchgang von der zweiten Schicht zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich gegenüberliegenden Oberfläche des Bauelements erstreckt und wobei ein den Durchgang vollständig umfassender Bereich des Bauelements (als Verbindungselement) von demselben Leitungstyp ist wie

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 9 -

die zweite Schicht. Dadurch kann die Elektrode der zweiten Schicht auf der Rückseite des Bauelements neben der Elektrode der ersten Schicht angeordnet werden.

Der Durchgang ist vorzugsweise zylindrisch und der den Durchgang umfassende Bereich hohlzylindrisch ausgebildet, wobei der Durchgang einen Durchmesser von 10  $\mu\text{m}$  bis 150  $\mu\text{m}$  hat. Die Dicke des den Durchgang umgebenden Bereiches liegt vorzugsweise zwischen 3  $\mu\text{m}$  und 10  $\mu\text{m}$ .

Diese Ausführungsform ist insbesondere in dem Fall vorteilhaft, wenn sowohl die erste als auch die zweite Schicht halbleitend ausgebildet sind. Die genannten Durchgänge können mit einem intensiven Laserstrahl und die diese umfassenden dotierten Bereiche durch Diffusion hergestellt werden.

Bei einer anderen vorteilhaften Variante wird der strahlungsseitige Oberflächenbereich des Bauelements ebenfalls zumindest teilweise durch eine Oberfläche der zweiten Schicht gebildet, wobei sich mindestens ein halbleitender Kanal von der zweiten Schicht zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich gegenüberliegenden Oberfläche des Bauelements erstreckt, der denselben Leitungstyp wie die zweite Schicht aufweist und eine Kontaktierung der zweiten Schicht auf der Rückseite des Bauelements ermöglicht. Auch diese Ausführungsform ist insbesondere in dem Fall geeignet, daß sowohl die erste und als auch die zweite Schicht halbleitend sind.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 10 -

Ein halbleitender Kanal mit einem Durchmesser der Querschnittsfläche von ca. 5  $\mu\text{m}$  bis 150  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise von 30  $\mu\text{m}$  bis 80  $\mu\text{m}$ , kann dann beispielsweise mittels Thermomigration von Dotierungsstoffen in dem Bauelement erzeugt werden. Weitere Erläuterungen zur Thermomigration finden sich bei der Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Figuren.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der der strahlungsseitige Oberflächenbereich des Bauelements zumindest teilweise durch eine Oberfläche der zweiten Schicht gebildet wird, ist dadurch charakterisiert, daß sich ein metallisches Verbindungselement von der zweiten Schicht zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich gegenüberliegenden Oberfläche des Bauelements erstreckt, so daß dort eine Anschlußelektrode für die zweite Schicht angeordnet werden kann.

Diese Ausführungsform kann insbesondere dadurch verwirklicht werden, daß sich ein Durchgang (ca. 50  $\mu\text{m}$  bis 150  $\mu\text{m}$  Durchmesser) von der zweiten Schicht zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich gegenüberliegenden Oberfläche des Bauelements erstreckt, dessen Wand in dem Abschnitt, der die erste Schicht und den Übergangsbereich durchgreift, mit einer isolierenden Schicht versehen ist und in dem das Verbindungselement angeordnet ist.

Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung, bei der der strahlungsseitige Oberflächenbereich des Bauelements zumindest teilweise durch eine Oberfläche der zweiten Schicht gebildet wird, ist bei der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich abgewandten Oberfläche des Bauelements

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 11 -

ein zusätzlicher Bereich mit dem Leitungstyp der zweiten Schicht vorgesehen. Die Bereiche vom zweiten Leitungstyp sind durch ein metallisches Verbindungselement, insbesondere eine isolierende Klammer, in oder an der sich das Verbindungselement erstreckt, leitend miteinander verbunden. Die Anschlußelektrode der zweiten Schicht wird an dem zusätzlichen Bereich vom zweiten Leitungstyp angeordnet.

Diese Ausführungsform der Erfindung läßt sich auch vorteilhaft mit den eingangs beschriebenen Varianten kombinieren, bei denen ein halbleitendes Verbindungselement von dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich zu der mit den Kontaktelementen versehenen Oberfläche des Bauelements verläuft.

Insbesondere für die Herstellung einer leitenden Verbindung mit einer Klammer oder dergl. ist es vorteilhaft, wenn sich die zweite Schicht zumindest bis zu einem der Ränder der strahlungsseitigen Oberfläche des Bauelements erstreckt. Dazu ist es erforderlich, beim Vereinzeln der Bauelemente aus einem Wafer den Übergangsbereich vertikal zu durchtrennen.

Ferner ist es möglich, daß die erste (halbleitende) Schicht aus einem Material mit einer so großen Bandlücke (z. B. Siliziumkarbid) besteht, daß die zu detektierende Strahlung auch durch die der zweiten Schicht gegenüberliegende Oberfläche des Bauelements in den Übergangsbereich (Sperrschicht) eindringen kann. Ein solches optoelektronisches Sensor-Bauelement erlaubt neben der Vordereinstrahlung (durch die zweite Schicht hindurch) auch eine effiziente Rückeinstrahlung (durch die erste Schicht hindurch).

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 12 -

Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauelements, bei der der strahlungsseitige Oberflächenbereich durch eine Oberfläche der ersten (halbleitenden) Schicht gebildet wird, weist eine derartige Ausnehmung in der ersten Schicht auf, daß die Dicke des Materials zwischen dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich des Bauelements und der Sperrschicht kleiner ist als die Eindringtiefe der zu detektierenden Strahlung. Um bei dieser Ausführungsform die Stabilität des Bauelementes zu gewährleisten, kann vorgesehen sein, daß die Ausnehmung in der ersten Schicht mit einem für die zu detektierende Strahlung durchlässigen Material ausgefüllt ist.

Bei dieser Ausführungsform der Erfindung werden die Kontakte beider Schichten an der Seite des Bauelementes angeordnet, entlang der sich die zweite Schicht erstreckt.

Die Erfindung läßt sich auch auf Bauelemente vorteilhaft anwenden, die mehrere unabhängige Übergangsbereiche (z.B. PN-Übergänge) und somit mehrere strahlungsempfindliche Oberflächenbereiche aufweisen. Dabei kann es sich sowohl um ein einstückiges Halbleiterbauelement mit mehreren Übergangsbereichen (monolithisches Array) als auch um ein aus mehreren Bauelementen bestehendes Hybrid-Array handeln. Jedem Übergangsbereich ist ein Elektrodenpaar zugeordnet, dessen Kontaktstellen auf einer Seite des Bauelements liegen.

Ferner läßt sich die vorliegende Erfindung bei Bauelementen besonders vorteilhaft anwenden, bei denen die Elektroden der beiden den Übergangsbereich bildenden Schichten auf einer Oberfläche des Bauelements angeordnet sind, die durch

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 13 -

eine der beiden Schichten selbst gebildet bzw. definiert wird. Hierunter fallen auch solche Bauelemente, bei denen die mit den Elektroden versehene Schicht noch eine dünne Antireflexionsschicht, eine dünnen Isolatorschicht zur Strukturierung der Oberfläche oder dergl. aufweist, nicht jedoch solche Bauelemente, bei denen die mit den Elektroden versehene Schicht ein die gesamte Anordnung tragendes (isolierendes oder halbleitendes) Substrat bildet.

Schließlich ist es vorteilhaft, wenn die Kontaktstellen der Schichten aus einem lötfähigen und/oder drahtbondfähigen und/oder leitklebefähigen Material bestehen.

Weitere Vorteile der Erfindung werden bei der nachfolgenden Erläuterung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren deutlich werden.

Es zeigen:

- Figur 1 - ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen optoelektronischen Sensor-Bauelements mit einem hohlzylindrischen, halbleitenden Verbindungselement von der Vorderseite zur Rückseite des Bauelementes;
- Figur 2 - ein Ausführungsbeispiel mit einem zylindrischen, halbleitenden Verbindungselement von der Vorderseite zur Rückseite des Bauelements;
- Figur 3 - ein Ausführungsbeispiel mit einem sich von der Vorderseite zur Rückseite des Bauelements erstreckenden metallischen Verbindungselement;

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 14 -

Figur 4 - ein Ausführungsbeispiel mit zwei durch eine Klammer leitend verbundenen halbleitenden Schichten vom p-Typ und

Figur 5 - ein Ausführungsbeispiel, das zur Einstrahlung von Licht durch die mit einer Ausnehmung versehene erste halbleitende Schicht vorgesehen ist.

In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen optoelektronischen Sensor-Bauelements dargestellt. Der halbleitende Grundkörper des Bauelements 1 besteht beispielsweise aus Silizium und umfaßt eine breite n-leitende Schicht 1 (300  $\mu\text{m}$  bis 400  $\mu\text{m}$  dick), an deren vorderer Oberfläche sich eine wesentlich dünnere p-leitende Schicht 3 (ca. 0.55  $\mu\text{m}$  dick) erstreckt. Zwischen den beiden halbleitenden Schichten 2, 3 bildet sich eine Raumladungszone 4 (Verarmungszone) aus, die als Sperrschicht wirkt.

Die Vorderseite des Bauelements 1 ist mit einer Antireflexionsschicht 15 versehen und wird durch isolierende Schichten 16 und 16' strukturiert, die z. B. aus Siliziumdioxid bestehen können. Zwischen den beiden isolierenden Schichten 16, 16' erstreckt sich der strahlungsseitige Oberflächenbereich 6, der durch eine Oberfläche der p-leitenden Schicht 3 gebildet wird.

Auf den Oberflächenbereich 6 auftreffende elektromagnetische Strahlung 18 gelangt durch die p-leitende Schicht 3 in die Raumladungszone 4 und wird dort zu einem großen Teil absorbiert. Dabei entstehen in der Raumladungszone 4 Elektron-Lochpaare. Das Raumladungsfeld trennt diese Trägerpaar-



WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 15 -

re; Elektronen fließen zur n-, Löcher zur p-Seite. Um diesen Fotostrom, der ein Maß für die einfallende Strahlungsleistung ist, messen zu können, muß das Bauelement 1 in eine geeignete elektrische Schaltung integriert werden. Häufig umfaßt eine solche elektrische Schaltung mehrere Fotoelemente und weitere halbleitende Bauelemente, die gemeinsam auf einer Leiterplatte angeordnet werden.

Zum Anschluß des Bauelements 1 an eine derartige elektrische Schaltung sind auf dessen durch isolierende Schichten 17 strukturierter rückseitiger Oberfläche 7 Elektroden 10 und 11 mit flächigen Kontaktstellen 10a und 11a aus lötfähigem Material vorgesehen. Die rückseitige Oberfläche 7 wird dabei durch eine Oberfläche der n-leitenden Schicht 2 selbst gebildet.

Die Anschlußelektrode 10 der n-leitenden Schicht 2 ist an einem niederohmigen, stark dotierten Bereich 5 der halbleitenden Schicht 2 angeordnet, um den Kontaktwiderstand zu minimieren.

Um die Anschlußelektrode 11 der p-leitenden Schicht 3 ebenfalls an der rückseitigen Oberfläche 7 des Bauelements 1 anordnen zu können, erstreckt sich ein zylindrischer Durchgang 21 mit einem Durchmesser von ungefähr 100  $\mu\text{m}$  von dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich 6 des Bauelementes 1 bis zu dessen Rückseite. Der Durchgang 21 ist auf seiner gesamten Länge vollständig von einem hohlzylindrischen, p-leitenden Bereich 22 mit einer Dicke von 3  $\mu\text{m}$  bis 10  $\mu\text{m}$  umgeben. Die Anschlußelektrode 11 der p-lei-

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 16 -

tenden Schicht 3 ist an dem rückseitigen Ende des Durchgangs 21 neben der Elektrode 10 der n-leitenden Schicht 2 angeordnet.

Das rückseitige Ende des Durchgangs 21 ist außerdem von einem zusätzlichen p-leitenden Bereich 24 umgeben, der z.B. durch Ionenimplantation oder -diffusion hergestellt werden kann und der eine einwandfreie Kontaktierung der p-leitenden Schicht 3 über den hohlzylindrischen Bereich 22 und die Elektrode 11 ermöglicht. Die Ausdehnung des zusätzlichen p-leitenden Bereichs 24 wird derart gewählt, daß er den oberflächennahen Abschnitt des hohlzylindrischen Bereichs 22 soweit umschließt, daß die bei der Herstellung des hohlzylindrischen Bereichs 22 in Oberflächennähe auftretenden Störungen in der elektronischen Struktur möglichst weitgehend eliminiert werden. Die Dicke des zusätzlichen p-leitenden Bereichs (Ausdehnung parallel zur Erstreckungsrichtung des Durchgangs 21) liegt in der Größenordnung von 0,6 µm.

Der Durchgang 21 selbst kann mittels eines intensiven Laserstrahls erzeugt werden. Aufgrund dieses Durchganges 21 ist es problemlos möglich, den p-leitenden Bereich 22 des Bauelements 1 so auszubilden, daß er sich durch die 300 µm bis 400 µm dicke n-leitende Schicht 2 hindurch bis zur Rückseite des Bauelements 1 erstreckt. Ohne den Durchgang 21 wäre der Abstand zwischen der p-leitenden Schicht 3 und der rückseitigen Oberfläche 7 des Bauelements 1 zu groß, um mit herkömmlichen Diffusionsverfahren überbrückt zu werden; typischerweise dauert es nämlich mehrere Stunden, um Dotierungsstoffe mittels Diffusion etwa 10 µm tief in eine halbleitende Schicht eindiffundieren zu lassen. In dem vorliegenden Fall wird ein die geeigneten Dotierungsstoffe

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 17 -

enthaltendes Gas in den Durchgang 21 eingeleitet, so daß die Dotierungsstoffe in die Wandung des Durchgangs 21 eindringen und den hohlzylindrischen, p-dotierten Bereich 22 bilden. Der zusätzliche p-leitende Bereich 24 wird bevorzugt nach Fertigstellung des hohlzylindrischen Bereichs 22 geschaffen.

Um bei der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung den Widerstand der Anode zu minimieren, können sich mehrere hohlzylindrische, p-leitende Bereiche 22 von der p-leitenden Schicht 3 zu der Rückseite 7 des Bauelements 1 erstrecken und dort mit einer Kontaktstelle in Verbindung stehen.

Aufgrund der auf der rückseitigen Oberfläche 7 des Bauelements 1 nebeneinander liegenden Elektroden 10 bzw. 11 der n-leitenden Schicht 2 und der p-leitenden Schicht 3 läßt sich das Bauelement 1 sehr einfach an eine Leiterplatte anschließen und dadurch in eine elektrische Schaltung integrieren. Dazu müssen lediglich die Elektroden 10 und 11 mit ihren Kontaktstellen 10a und 11a auf dafür vorgesehene Kontaktflächen der Leiterplatte aufgesetzt und durch Löten oder Ultraschallschweißen befestigt werden. Zusätzliche Verbindungselemente, wie z.B. Lötbrücken, zwischen den Elektroden des Bauelementes 1 und der Leiterplatte sind nicht notwendig.

Ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Figur 2 dargestellt. Es unterscheidet sich von der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform lediglich hinsichtlich der Ausbildung der Verbindung zwischen der p-leitenden Schicht 3 und der mit den Elektroden 10, 11 rückseitigen Oberfläche 7 des Bauelements 1.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 18 -

Gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 2 erstreckt sich ein zylindrischer, halbleitender Kanal 25 vom p-Typ zwischen der p-leitenden Schicht 3 und der rückseitigen Oberfläche 7 des Bauelements 1. Der p-leitende Kanal 25 hat vorzugsweise einen Durchmesser von 30  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$  und läßt sich mittels Thermomigration herstellen.

Das Prinzip der Thermomigration beruht darauf, daß die Löslichkeit metallischer Dotierungsstoffe in halbleitenden Materialien, wie z.B. Silizium, temperaturabhängig ist und mit steigender Temperatur zunimmt. Wird zwischen zwei gegenüberliegenden Oberflächen eines hinreichend erwärmten Halbleiterbauelementes ein Temperaturgradient erzeugt und auf die kühlere Oberfläche des Bauelementes ein geeigneter metallischer Dotierungsstoff aufgebracht (z.B. Aluminium zur p-Dotierung von n-leitenden Bereichen), so migriert der metallische Dotierungsstoff zu der gegenüberliegenden, wärmeren Oberfläche des Halbleiterbauelementes. Durch entsprechende Strukturierung der kühleren Oberfläche, auf die der Dotierungsstoff aufgebracht wird, z.B. mit Hilfe von Oxid-Schichten, läßt sich die Gestalt derartiger Kanäle gezielt einstellen.

Einzelheiten zu den Werten von Druck, Temperatur und anderen Parametern, bei denen die Thermomigration optimal abläuft, können der einschlägigen Literatur, beispielsweise der US-PS 3,998,764, entnommen werden.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 19 -

Wie in dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 ist auch hier an dem Ende des halbleitenden Kanals 25, an dem die Elektrode 11 angeordnet ist, ein zusätzlicher p-leitender Bereich 27 vorgesehen, der den Kanal 25 umschließt und eine Dicke (in Längserstreckungsrichtung des Kanals 25) von 0.6  $\mu\text{m}$  aufweist.

Figur 3 zeigt bei grundsätzlicher Übereinstimmung mit den Figuren 1 und 2 hinsichtlich des Aufbaus des Sensor-Bauelements 1 eine dritte Variante zur Herstellung einer Verbindung zwischen der p-leitenden Schicht 3 und der zugehörigen Elektrode 11 an der rückseitigen Oberfläche 7 des Bauelements 1.

Gemäß Figur 3 erstreckt sich ein zylindrischer Durchgang 31 von dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich 6 des Bauelements 1 zu dessen Rückseite. Der Durchgang hat einen Durchmesser von 50  $\mu\text{m}$  bis 150  $\mu\text{m}$  und ist in dem Abschnitt, der die n-leitende Schicht 2 durchgreift, mit einer Isolierschicht 32 versehen. In dem Durchgang 31 verläuft ein metallisches Verbindungselement 30 von der p-leitenden Schicht 3 bis zu deren Anschlußelektrode 11 auf der rückseitigen Oberfläche 7 des Bauelements 1.

Ein geeigneter Durchgang 31 kann mit Hilfe eines Lasers, durch Sägen oder durch Ionenstrahlätzen hergestellt werden. Anschließend wird die Wand des Durchgangs 31 in bekannter Weise mit der Isolierschicht 32 versehen, so daß das in dem Durchgang 31 angeordnete metallische Verbindungselement 30 (z. B. ein Draht oder eine Leiterbahn) nicht mit der n-leitenden Schicht 2 in Berührung kommen kann.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 20 -

Diese Ausführungsform der Erfindung läßt sich bei Schottky- und MOS-Detektoren besonders vorteilhaft anwenden.

Einen Schottky-Übergang erhält man bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 dadurch, daß die zweite, dünne Schicht 3 aus einem für die zu detektierende Strahlung durchlässigen, metallischen Material hergestellt wird. Dabei entsteht im thermischen Gleichgewicht eine Potentialbarriere zwischen Metall 3 und n-Halbleiter 2. Einfallendes Licht erzeugt einen Fotostrom, wobei im Unterschied zum PN-Übergang nur die Majoritätsträger zur Stromleitung beitragen.

Wird zwischen der dünnen metallischen zweiten Schicht, z. B. einer transparenten Au-Schicht, und der halbleitenden ersten Schicht, z. B. einer n-dotierten Si-Schicht, noch eine Oxid-Schicht angeordnet, z. B. eine Siliziumdioxid-Schicht, so erhält man einen MOS-Übergang.

In beiden Fällen (Schottky-Übergang und MOS-Übergang), ist das Ausführungsbeispiel der Erfindung gemäß Fig. 3 unmittelbar anwendbar, um die Anschlußelektrode 11 der dünnen metallischen zweiten Schicht an der Rückseite des Bauelements 1 neben der Anschlußelektrode 10 der halbleitenden ersten Schicht 2 anordnen zu können.

In Figur 4 ist ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, bei dem der strahlungsseitige Oberflächenbereich 6 des Halbleiterbauelements 1 durch eine Oberfläche der p-leitenden Schicht 3 gebildet wird. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen erstreckt sich in diesem Fall der strahlungsseitige Oberflächenbereich 6 bis zu den äußeren Enden 12 und 12' des Bauelements 1. Solche

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 21 -

ganzflächigen p-leitenden Schichten können auf einem Wafer ohne photolithographische Strukturdefinition erzeugt werden. Zur Vereinzelung der Halbleiterbauelemente wird der dementsprechend ganzflächig ausgebildete p-n-Übergang vertikal durchgesägt.

Nahe dem äußeren Ende 12 des Halbleiterbauelements 1 ist auf der p-leitenden Schicht 3 ein Kontaktelement 13 angeordnet. Gegenüber dem Kontaktelement 13 ist auf der Rückseite des Bauelements 1 ein zusätzlicher p-leitender Bereich 9 vorgesehen, an dem die Anschlußelektrode 11 für die p-leitende Schicht angeordnet ist. Die Anschlußelektrode 11 ist mit dem gegenüberliegenden Kontaktelement 13 durch eine Klammer 40 aus Kunstharz, in der sich ein metallisches Verbindungselement 41 (z.B. eine Kupferbahn) erstreckt, leitend verbunden.

Das optoelektronische Sensor-Bauelement 1 kann daher wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen (Figuren 1 bis 3) mit Hilfe der rückseitigen Elektroden 10 und 11 an eine elektrische Schaltung, insbesondere eine Leiterplatte, angeschlossen werden.

Die Klammer 40 kann außerdem bei den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 3 auch als zusätzliches Verbindungsmittel, also z.B. zusätzlich zu dem halbleitenden Kanal 25 angewandt werden.

Wird das Sensor-Bauelement 1 aus einem halbleitenden Material mit einer hinreichend großen Bandlücke hergestellt, z. B. aus Siliziumkarbid mit einer Bandlücke von 2.2 eV bis 3.3 eV, je nach Polytyp, so können Infrarotstrahlung und

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 22 -

ein Teil des sichtbaren Lichtes auch von der rückseitigen Oberfläche 7 her durch die n-leitende Schicht 2 hindurch in die Sperrschicht 4 eindringen. Denn aufgrund der großen Bandlücke wirkt die n-leitende Schicht 2 in diesem Fall als Fenster für die genannte elektromagnetische Strahlung. Bei einer solchen Ausführung des Bauelements 1 entsteht ein Sensor, in dessen Sperrschicht 4 das Licht zur Erzeugung eines Fotostroms sowohl von der Vorderseite als auch von der Rückseite her eindringen kann.

Je nach den technischen Gegebenheiten der zugehörigen elektrischen Schaltung (Platzverhältnisse, Funktion, Zusammenwirken mit anderen Bauelementen etc.) kann das Bauelement 1 dann wahlweise entweder auf der Vorderseite oder auf der Rückseite mit den notwendigen Anschlußelektroden versehen werden. Die mit den Elektroden versehene Oberfläche des Bauelementes wird auf die Leiterplatte aufgesetzt und die gegenüberliegende Oberfläche wird zur Strahlungsquelle hin ausgerichtet.

Figur 5 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der der strahlungsseitige Oberflächenbereich 6' des Bauelements 1 durch eine Oberfläche der n-leitenden Schicht 2 gebildet wird. Die n-leitende Schicht 2 ist mit einer Ausnehmung 35 versehen, durch die hindurch die zu detektierende elektromagnetische Strahlung 18 in die n-leitende Schicht 2 und schließlich die Sperrschicht 4 eindringen kann. Denn die Ausnehmung 35 hat eine solche Ausdehnung in Richtung der Sperrschicht 4, daß der Abstand a zwischen dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich 6' und der Sperrschicht 4 kleiner ist als die Eindringtiefe der zu detektierenden Strahlung 18 in der n-leitenden Schicht 2.



WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 23 -

Um das Halbleiterbauelement 1 zu stabilisieren, ist die U-förmige, n-leitende Schicht 2 spannungsoptimiert ausgebildet. Zusätzlich ist die Ausnehmung 35 mit einem für die zu detektierende Strahlung 18 durchlässigen Material 36 ausgefüllt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sensor-Bauelementes sind die Anschlußelektroden 10 bzw. 11 der halbleitenden Schichten 2 und 3 an der Oberfläche 7' des Bauelements 1 angeordnet, entlang der sich die p-leitende Schicht 3 erstreckt. Diese Oberfläche 7' ist durch die isolierenden Schichten 17 und 17' strukturiert und mit einem niederohmigen, stark dotierten n-leitenden Bereich 5 versehen, der als ohmscher Kontakt für die Elektrode 10 dient.

Zusammenfassend zeigen die vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiele, daß das erfindungsgemäße optoelektronische Sensor-Bauelement variabel gestaltet und an unterschiedliche technische Anforderungen angepaßt werden kann. Dabei wird ein einfacher Anschluß des Bauelementes an eine Leiterplatte oder dergleichen durch die gemeinsame Anordnung beider Elektroden nebeneinander auf dessen Rückseite ermöglicht.

\* \* \* \* \*

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 24 -

### Ansprüche

#### 1. Optoelektronisches Sensor-Bauelement mit

- einer ersten, halbleitenden Schicht mit vorgegebenem Leitungstyp und einer zweiten Schicht vom anderen halbleitenden oder vom metallischen Leitungstyp,

- einem Übergangsbereich zwischen den beiden Schichten,

- mindestens einem strahlungsseitigen Oberflächenbereich, durch den die zu detektierende elektromagnetische Strahlung in den Übergangsbereich eindringen kann und

- zwei Elektroden mit je einer Kontaktstelle zum Anschluß der beiden Schichten an eine elektrische Schaltung,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Kontaktstellen (10a, 11a) beider Schichten (2, 3) an einer Oberfläche (7, 7') des Bauelements (1) angeordnet sind, die dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6, 6') gegenüberliegt.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 25 -

2. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schicht (3) halbleitend ausgebildet ist und daß der Leitungstyp der ersten halbleitenden Schicht (2) der n-Typ und der Leitungstyp der zweiten halbleitenden Schicht (3) der p-Typ ist.
3. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schicht (3) vom metallischen Leitungstyp ist und daß zwischen der ersten Schicht (2) und der zweiten Schicht (3) eine Oxid-Schicht verläuft.
4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke (d) der zweiten Schicht (3) kleiner ist als die Eindringtiefe der zu detektierenden Strahlung und daß der strahlungsseitige Oberflächenbereich (6) zumindest teilweise durch die zweite Schicht (3) gebildet wird.
5. Bauelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich mindestens ein leitendes Verbindungselement (22, 25, 30, 41) von der zweiten Schicht (3) zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6) gegenüberliegenden Oberfläche (7) des Bauelements (1) erstreckt und dort mit einer Kontaktstelle (11a) der zweiten Schicht (3) in leitender Verbindung steht.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 26 -

6. Bauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schicht (3) und das Verbindungselement (22, 25) halbleitend ausgebildet sind und den gleichen Leitungstyp aufweisen.
7. Bauelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das halbleitende Verbindungselement (22, 25) die einzige leitende Verbindung zwischen der zweiten Schicht (3) und deren Elektrode (11) bildet.
8. Bauelement nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das halbleitende Verbindungselement (22, 25) an seinem dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6) gegenüberliegenden Ende von einem zusätzlichen halbleitenden Bereich (24, 27) desselben Leitungstyps umgeben ist.
9. Bauelement nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich in dem Bauelement (1) mehrere leitende Verbindungselemente (22, 25) von der zweiten Schicht (3) zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6) gegenüberliegenden Oberfläche (7) des Bauelements (1) erstrecken.
10. Bauelement nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich mindestens ein Durchgang (21) von der zweiten Schicht (3) zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6) gegenüberliegenden Oberfläche

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 27 -

che (7) des Bauelements (1) erstreckt und daß ein den Durchgang (21) umfassender Bereich (22) des Bauelements (1) von demselben Leitungstyp ist wie die zweite Schicht (3).

11. Bauelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchgang (21) zylindrisch ausgebildet ist, einen Durchmesser von 10  $\mu\text{m}$  bis 150  $\mu\text{m}$  aufweist und von einem hohlzylindrischen Bereich (22) vom Leitungstyp der zweiten Schicht (3) umfaßt wird.
12. Bauelement nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich mindestens ein halbleitender Kanal (25) von der zweiten Schicht (3) zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6) gegenüberliegenden Oberfläche (7) des Bauelements (1) erstreckt, der denselben Leitungstyp wie die zweite Schicht (3) aufweist.
13. Bauelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (25) als zylindrischer Kanal mit einem Durchmesser von 10  $\mu\text{m}$  bis 150  $\mu\text{m}$  ausgebildet ist.
14. Bauelement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (25) einen Durchmesser von 30  $\mu\text{m}$  bis 80  $\mu\text{m}$  aufweist.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 28 -

15. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich ein metallisches Verbindungselement (30) von der zweiten Schicht (3) zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6) gegenüberliegenden Oberfläche (7) des Bauelements (1) erstreckt.
16. Bauelement nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich ein Durchgang (31) von der zweiten Schicht (3) zu der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6) gegenüberliegenden Oberfläche (7) des Bauelements (1) erstreckt, dessen Wand in dem Abschnitt, der die erste Schicht (2) durchgreift, mit einer Isolierschicht (32) versehen ist, und in dem das Verbindungselement (30) angeordnet ist.
17. Bauelement nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchgang (30) zylindrisch ausgebildet ist und einen Durchmesser von 50 µm bis 150 µm aufweist.
18. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6) abgewandten Oberfläche (7) des Bauelements (1) ein weiterer Bereich (9) mit dem Leitungstyp der zweiten Schicht (3) vorgesehen ist und daß die beiden Bereiche vom zweiten Leitungstyp (3, 9) durch ein metallisches Verbindungselement (41) verbunden sind.

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 29 -

19. Bauelement nach Anspruch 15 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß sich von dem strahlungsseitigen Oberflächenbereich (6) zu der diesem gegenüberliegenden Oberfläche (7) eine Klammer (40) erstreckt, in oder an der das metallische Verbindungselement (41) angeordnet ist.
20. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die zweite Schicht (3) zumindest bis zu einem der seitlichen Ränder (12, 12') der strahlungsseitigen Oberfläche des Bauelements (1) erstreckt.
21. Bauelement nach einem der Ansprüche 4 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (2) aus einem Material mit einer so großen Bandlücke besteht, daß die zu detektierende Strahlung (18) auch durch die der zweiten Schicht (3) gegenüberliegende Oberfläche (7) des Bauelements (1) in den Übergangsbereich (4) eindringen kann.
22. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß dessen strahlungsseitiger Oberflächenbereich (6') durch eine Oberfläche der ersten Schicht (2) gebildet wird, wobei die erste Schicht (2) eine derartige Ausnehmung (35) aufweist, daß die Dicke (a) des Materials zwischen dem strahlungsseiti-

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

- 30 -

gen Oberflächenbereich (6') des Bauelements (1) und dem Übergangsbereich (4) kleiner ist als die Eindringtiefe der zu detektierenden Strahlung (18).

23. Bauelement nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (35) in der ersten Schicht (2) mit einem für die zu detektierende Strahlung (18) durchlässigen Material (36) ausgefüllt ist.
24. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es mindestens zwei unabhängige Übergangsbereiche (4) aufweist oder in Kombination mit weiteren Bauelementen (1) bildet, wobei jedem Übergangsbereich (4) ein strahlungsseitiger Oberflächenbereich (6) zugeordnet ist und die Kontaktstellen (10a, 11a) der Kontaktelemente (10, 11) entlang einer Ebene (7, 7') angeordnet sind.
25. Bauelement nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß eine regelmäßige Anordnung (Array) von Übergangsbereichen (4) vorgesehen ist.
26. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (10, 11) beider Schichten (2, 3) auf einer Oberfläche (7, 7') des Bauelements (1) angeordnet sind, die durch eine der Schichten (2, 3) selbst definiert wird.



WO 97/23897

PCT/DE96/02478

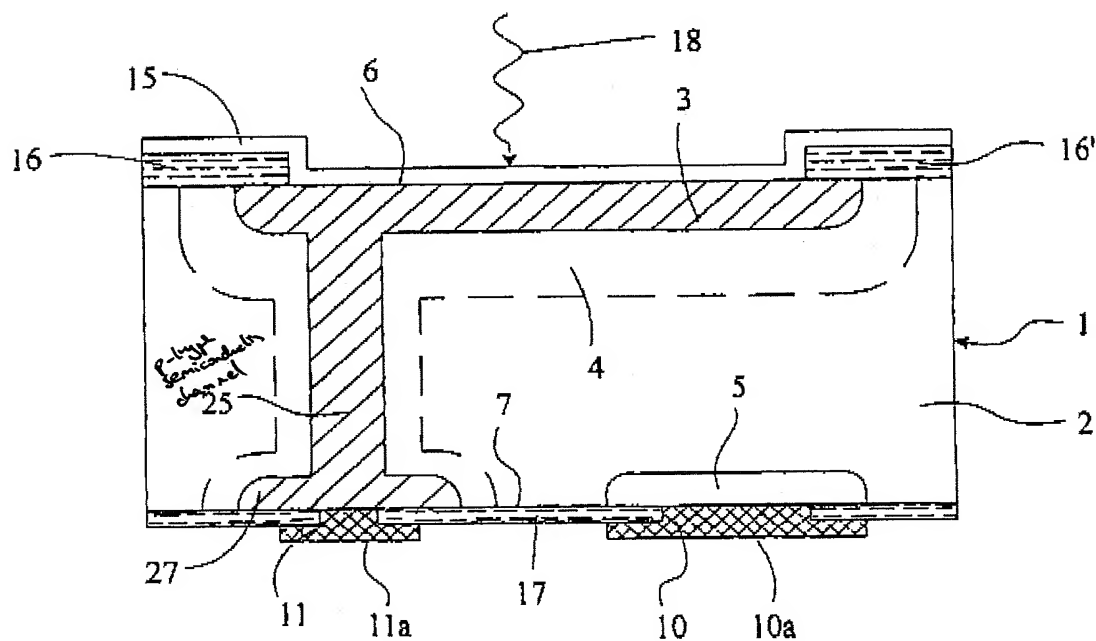
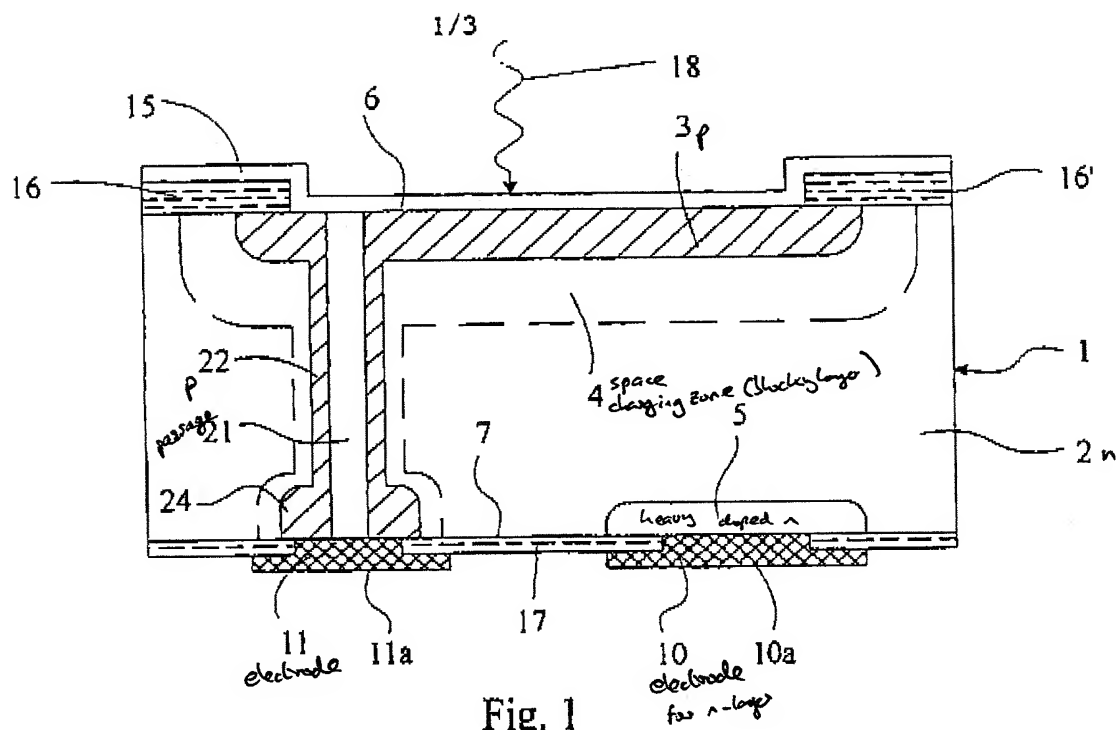
- 31 -

27. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktstellen (10a, 11a) der Schichten (2, 3) aus einem lötfähigen Material bestehen.
28. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktstellen (10a, 11a) der Schichten (2, 3) aus einem leitklebefähigen Material bestehen, mit dem eine galvanische Verbindung zu einem Bauteilträger mittels elektrisch leitendem Kleber hergestellt werden kann.
29. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktstellen (10a, 11a) der Schichten (2, 3) aus einem drahtbondfähigen Material bestehen.
30. Bauelement nach mindestens einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktstellen (10a, 11a) der Schichten (2, 3) aus einem Material bestehen, das sowohl lötfähig als auch leitklebe- und drahtbondfähig ist.

\* \* \* \* \*

WO 97/23897

PCT/DE96/02478



WO 97/23897

PCT/DE96/02478

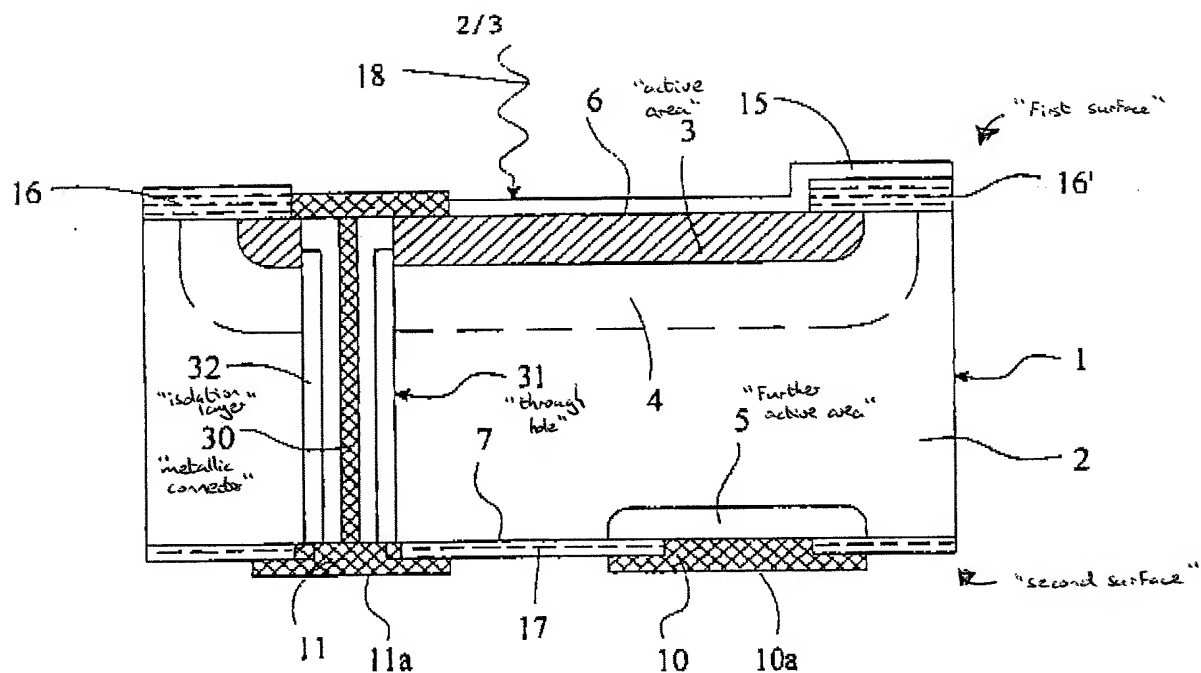


Fig. 3

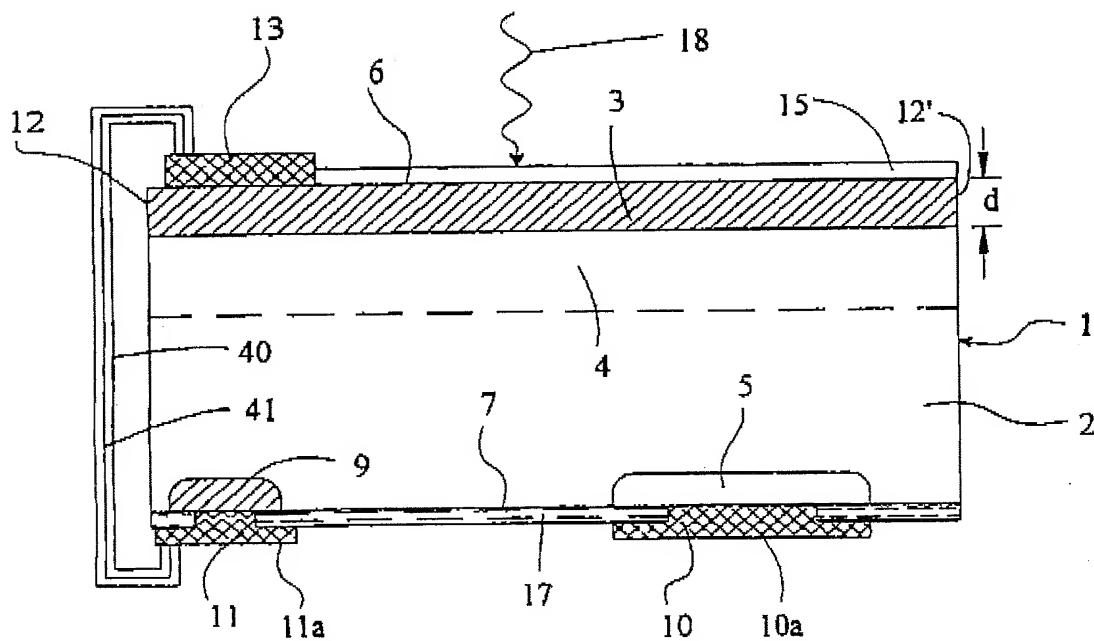


Fig. 4

WO 97/23897

PCT/DE96/02478

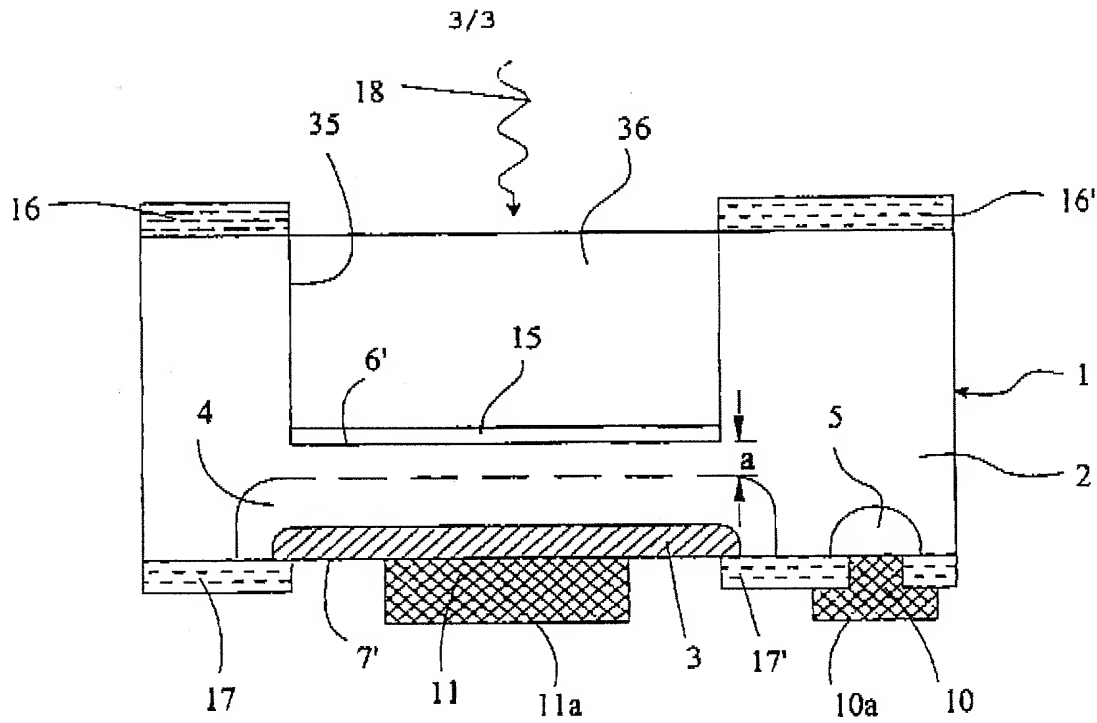


Fig. 5